

Docket No.: R&P-09561

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Alexandria, VA 22313 20231.

By: Manfred Beck Date: October 27, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/659,676
Applicant : Ekkehard Pott
Filed : September 10, 2003
Art Unit : to be assigned
Examiner : to be assigned

Docket No. : R&P-09561
Customer No.: 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Hon. Commissioner for Patents,
Alexandria, VA 22313-1450
Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 11 586.5 filed March 10, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Manfred Beck
MANFRED BECK
REG. NO. 45,342

Date: October 27, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/mjb

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 11 586.5

Anmeldetag: 10. März 2001

Anmelder/Inhaber: Volkswagen Aktiengesellschaft, Wolfsburg/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb von Brennkraftmaschinen

IPC: F 02 D und F 01 N

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Februar 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Weihmayr', written over a horizontal line.

Weihmayr

Verfahren zum Betrieb von Brennkraftmaschinen

Die Erfindung betrifft Verfahren zum Betrieb von Brennkraftmaschinen mit den in den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche genannten Merkmalen.

Stand der Technik

Zur Optimierung des Emissions- und Verbrauchsverhaltens von Brennkraftmaschinen ist es bekannt, die Schadstoffemissionswerte des Abgases zu ermitteln und die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von den ermittelten Emissionswerten zu verändern, um die Emissionswerte zu verringern. Hierzu ist es üblich, Sensoren in der Abgasanlage der Brennkraftmaschine anzuordnen, deren Signale einer Motorsteuerung zugeführt werden, die in Abhängigkeit von den Signalen der Sensoren Betriebsparameter wie beispielsweise die angesaugte Luftmenge, den Zündzeitpunkt, gegebenenfalls eine Abgasrückführrate oder dergleichen beeinflusst. Da die heute üblichen Brennkraftmaschinen aufgrund relativ hoher Rohemissionen von Schadstoffen eine Abgasnachbehandlung mittels Katalysatoreinrichtungen erfordern, sind die erwähnten Sensoren stromabwärts und/oder stromaufwärts der Katalysatoreinrichtungen in der Abgasanlage angeordnet. Für eine differenzierte Erfassung der Schadstoffemissionen ist es in diesem Zusammenhang ferner bekannt, die Emissionswerte verschiedener Schadstoffkomponenten separat zu ermitteln. In diesem Zusammenhang ist aus der US PS-5,329,764 ein Motorkontrollsystem zur Optimierung der Konversionseffizienz einer in der Abgasanlage einer Brennkraftmaschine angeordneten Katalysatoreinrichtung bekannt, die einen Stickoxyd (NOX)-Sensor und einen Kohlenmonoxyd (CO)- und Kohlenwasserstoff (HC)-Sensor aufweist. Beide Sensoren sind stromabwärts der Katalysatoreinrichtung angeordnet. Aus den Signalen beider Sensoren wird ein Differenzsignal gebildet, welches als Feedback-Variable einer Kraftstoffregelvorrichtung zugeführt wird, um ein gewünschtes Luft/Kraftstoffverhältnis einzustellen. Das Differenzsignal dient dabei als Korrektursignal für die Einstellung des Lambdawertes des Abgases, um eine maximale Konversionseffizienz der Katalysatoreinrichtung zu erreichen. Die mit diesem bekannten System zu erreichende Optimierung des Emissionsverhaltens ist jedoch beschränkt auf

einen Bereich um ein stöchiometrisches Luft/Kraftstoffverhältnis, wobei auch dort aufgrund des Einflusses weiterer Größen wie Lecks in der Abgasanlage nur eine ungenaue Korrektur möglich ist.

Aus der DE 195 11 548 A1 ist ferner ein Verfahren zur Stickstoffreduzierung im Abgas einer Brennkraftmaschine bekannt, bei dem der Gehalt des Abgases an Kohlenwasserstoffen, Kohlenmonoxyd oder Stickoxyd stromabwärts eines Stickoxydabsorbers gemessen wird, und wobei jeweils von einer stöchiometrischen oder Anreicherungsbetriebsphase auf eine Magerbetriebsphase umgeschaltet wird, sobald der Kohlenwasserstoff- oder Kohlenmonoxydgehalt über ein vorgegebenes Maß ansteigt oder sobald der Stickoxydgehalt unter ein vorgegebenes Maß absinkt. Von einer Magerbetriebsphase wird auf eine stöchiometrische oder Anreicherungsbetriebsphase umgeschaltet, sobald der gemessene Stickoxydgehalt über ein vorgegebenes Maß ansteigt.

Aus den EP 0899563, WO 79/47962, EP 090941 und DE 198 31 424 sind ferner Sensoren zur Bestimmung der Konzentration von Bestandteilen von Abgasen, insbesondere zur Bestimmung eines oder mehrerer der Gase NOX, CO, H₂ und vorzugsweise ungesättigter Kohlenwasserstoffe, bekannt. Diese Sensoren werden zur Optimierung von Verbrennungsreaktionen und zur Erkennung von Komponenten-Fehlfunktionen eingesetzt.

Aufgabe der erfindungsgemäßen Verfahren ist es, eine Optimierung des Betriebs einer Brennkraftmaschine im Hinblick auf die Emissions-Sicherheit und den Verbrauch an Kraftstoff zu ermöglichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß jeweils durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

Erfindungsgemäß wird zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines insbesondere magerlauffähigen Ottomotors oder einer Dieselmotorkraftmaschine, mindestens ein Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Emissionswerten des Abgases zur Beeinflussung der Emissionswerte verändert. Die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, wie CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ und/oder weitere HC-Komponenten werden ermittelt

und, wenn der Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten, einen vorgegebenen maximalen Schwellwert überschreitet, der Wert von mindestens einem Betriebsparameter, beispielsweise eine Drosselklappenstellung, Abgasrückführrate, ein Zündzeitpunkt, eine Tumble-Klappenstellung, ein Einspritzzeitpunkt, ein Ladedruck, und/oder eine Phasenstellung der Nockenwelle oder dergleichen, zur Absenkung des Emissionswertes der ersten Schadstoffkomponente verändert, wobei zumindest für die zweite der mindestens zwei Schadstoffkomponenten eine Erhöhung des Emissionswertes bis zu einem Maximalwert zugelassen wird.

Ferner ist vorgesehen dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, wie CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ und/oder weitere HC-Komponenten, ermittelt werden und, wenn der Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten einen vorgegebenen minimalen Schwellwert unterschreitet, der Wert von mindestens einem Betriebsparameter, beispielsweise eine Drosselklappenstellung, eine Abgasrückführrate, ein Zündzeitpunkt, eine Tumble - Klappenstellung, ein Einspritzzeitpunkt, ein Ladedruck, und/oder eine Phasenstellung der Nockenwelle oder dergleichen, zur Erhöhung des Emissionswertes dieser Schadstoffkomponente bis auf höchstens diesen Schwellwert zur Verminderung des Emissionswertes zumindest für die zweite der mindestens zwei Schadstoffkomponenten verändert wird.

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2 ist die Anpassung der Rohemission einer Brennkraftmaschine, das heißt der Emission vor einem Abgasnachbehandlungssystem an unterschiedliche Betriebszustände. Insbesondere kann eine Anpassung an unterschiedliche Anforderungen an Emissionsbegrenzungen erfolgen. Die Emissions-Sicherheit einer erfindungsgemäß betriebenen Brennkraftmaschine wird dabei nicht oder nicht nur durch eine einfache Lambda-Regelung erreicht, sondern es werden an die Brennkraftmaschine jeweils spezifisch angepaßte Maßnahmen eingesetzt. Hierbei handelt es sich insbesondere um eine Anpassung einer Drosselklappenstellung, einer Abgasrückführungsrate, die Wahl eines Zündzeitpunktes, des Einspritzpunktes von Vor-/Haupt-/Nacheinspritzungen, eines Einspritzdruckes, der Stellung einer Tumble-Klappe, eines Ladedrucks und/oder der Stellung eines Phasenstellers der Nockenwelle. Damit ist insbesondere auch in der Warmlaufphase einer Brennkraftmaschine, bei der Abgasnachbehandlungsmaßnahmen

vorgesehen sind, eine optimierte Absenkung der Schadstoffemissionen erreichbar. Ferner ist das erfindungsgemäße Verfahren besonders für die Verbesserung der Emissionssicherheit in Magerbetriebsphasen bei einem Mager-Otto-Motor und in den Schwachlastphasen bei einem Dieselmotor geeignet. Erfindungsgemäß ist gegebenenfalls vor allem eine Absenkung der Kohlenwasserstoffkonzentration und der Stickoxydkonzentration.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird als abzusenkende erste Schadstoffkomponente Kohlenwasserstoff und als zweite Schadstoffkomponente Kohlenmonoxyd gewählt. Hiermit ist es insbesondere möglich, die Emissionssicherheit beim Kaltstart von konventionellen und Mager-Otto-Motoren zu verbessern. Wenn, wie bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, eine Absenkung der Stickoxydemissionen zu Lasten der Kohlenmonoxydemissionen erfolgt, kann insbesondere bei einem konventionellen Otto-Motor, beispielsweise bei Voll-Last, ein verbessertes Emissionsverhalten erreicht werden. Alternativ wird bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung der Emissionswert von Kohlenmonoxyd abgesenkt und eine Erhöhung der Emissionswerte von Stickoxyd und/oder Kohlenwasserstoff zugelassen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist eine Anpassung der Rohemissionswerte zumindest der ersten Schadstoffkomponente an die unterschiedliche Konversionseffizienz einer in einer Abgasanlage der Brennkraftmaschine angeordneten Katalysatoreinrichtung vorgesehen. Hiermit ist eine Verbesserung der Gesamtemissions-Sicherheit der Brennkraftmaschine erreichbar. Besonders bevorzugt ist hierbei eine Veränderung des maximalen- bzw. minimalen Schwellwertes und/oder des Maximalwerts der zweiten Schadstoffkomponente in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur der Katalysatoreinrichtung.

Eine weitere der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht in der Verbesserung einer stetigen Regelung des Lambda-Wertes des Abgases einer Brennkraftmaschine.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs 9 gelöst. Danach ist zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit zumindest einer in einer Abgasanlage angeordneten Katalysatoreinrichtung, bei dem zur stetigen Regelung des Lambda-Wertes des Abgases zumindest eine Lambda-Sonde in

der Abgasanlage angeordnet ist, vorgesehen zur Kalibrierung der Lambda-Sonde Emissionswerte des Abgases, vorzugsweise von Stickoxyd, Kohlenwasserstoff und/oder Kohlenmonoxyd heranzuziehen. Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, dass aus den Emissionswerten verschiedener Schadstoffkomponenten der Lambda-Wert des Abgases ermittelt werden kann, da die Konzentration jeder Schadstoffkomponente im Abgas eine charakteristische Lambda-Abhängigkeit aufweist, die beispielsweise in Kennfeldern abgelegt werden können.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgt die Kalibrierung der Lambda-Sonde unter Heranziehung der Emissionswerte des Abgases nur, wenn bei einer stromabwärts einer Katalysatoreinrichtung angeordneten Lambda -Sonde die Katalysatoreinrichtung eine vorgesehene Betriebstemperatur, vorzugsweise in einem Temperaturbereich zwischen 200 und 400 Grad Celsius aufweist.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Lambda-Wert des Abgases auf einen Wert von 1 geregelt und es erfolgt eine Anpassung an diesen Wert unter Heranziehung der Emissionswerte von Kohlenwasserstoff und/oder Kohlenmonoxyd einerseits und Stickoxyd andererseits. Hierbei wird berücksichtigt, dass bei Auftreten eines NOX-Durchbruchs ein tatsächlicher Lambda-Wert >1 und bei Auftreten eines Kohlenwasserstoff- und/oder Kohlenmonoxyd-Durchbruchs in der Emission auf einen tatsächlichen Lambda-Wert <1 geschlossen werden kann.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können auf eine einfache Weise Fehler im Signal der Breitband-Lambda-Sonde korrigiert werden, die auf Alterungs- oder Vergiftungseinflüsse oder auf Fertigungstoleranzen oder dergleichen zurückgehen. Ebenso ist es möglich, durch bestimmte Komponenten des Abgases hervorgerufene Verschiebungen der Sondenkennlinie zum Beispiel die durch einen Wasserstoffanteil im Abgas hervorgerufene sogenannte Fettverschiebung zu kompensieren. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass auf die Verwendung einer 2-Punkt-Lambda-Sonde für eine genaue Messung des Lambda-Wertes des Abgases im Bereich $\text{Lambda} = 1$ verzichtet werden kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können vorteilhaft elektro-chemische und/oder optische Sensoren eingesetzt werden, wie sie an sich beispielsweise aus den genannten EP 0899563, WO79/47962, EP 090941 oder DE 19831424 bekannt sind. Besonders

bevorzugt sind hierbei optische Sensoren, insbesondere Infrarot-Sensoren mit einer vernachlässigbar kleinen T90-Zeit, da hiermit eine für die praktischen Bedürfnisse der Erfindung nahezu verzögerungsfreie Ermittlung der Emissionswerte der betreffenden Schadstoffkomponenten möglich ist. Besonders bevorzugt ist auch die Verwendung eines Sensors zur separaten Messung aller betreffenden Schadstoffkomponenten sowie eines Sensors zur Messung von Schadstoffkomponenten und des Lambda-Wertes des Abgases.

Weitere Ausführungsformen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Ansprüchen aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter erfindungsgemäßer Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den zugehörigen Zeichnungen.

In den Zeichnungen zeigen in schematischer Darstellung:

Figur 1

eine Brennkraftmaschine mit einer zugeordneten Abgasanlage

Figur 2

ein Diagramm der Konvertierungsrate eines 3-Wege-Katalysators für Kohlenmonoxyd und Kohlenwasserstoffe in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur

Figur 3

ein Blockdiagramm der Signalverläufe für die Kalibrierung einer Lambda-Sonde

Figur 4

ein Diagramm der Kohlenwasserstoffemission bei einer Brennkraftmaschine mit Verbrennungsfehlern.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung eine Brennkraftmaschine 1, beispielsweise ein mage-lauffähiger Ottomotor oder eine Dieselmotorkraftmaschine, mit einer Abgasanlage 2 und einem Motorsteuergerät 3, vorzugsweise zum Betrieb eines Kraftfahrzeugs. Die Brennkraftmaschine 1 weist eine Anzahl von Zylinderbänken 4 auf (entsprechende Komponenten sind nur mit einem Bezugszeichen versehen), denen

jeweils ein eigener Abgaspfad 5 nachgeschaltet ist. In der Abgasanlage 2 sind als Katalysatoreinrichtungen ein Vorkatalysator 6 und ein Hauptkatalysator 7 angeordnet. Vorzugsweise ist der Vorkatalysator 6 als 3-Wege-Katalysator und der Hauptkatalysator 7 als NOX-Speicherkatalysator ausgebildet. Stromabwärts der Zylinderbänke 4 sind in den Abgaspfaden 5 Sensoren 8 angeordnet, mit denen die Konzentration von Schadstoffkomponenten des durch die Abgasanlage 2 geführten Abgases der Brennkraftmaschine 1 gemessen werden können. Beispielsweise können das CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ sowie weitere HC-Komponenten sein. Stromaufwärts des Vorkatalysators 6 ist zudem ein weiterer Sensor 8' zur Messung von Schadstoffkomponenten des Abgases angeordnet. In einem Bereich der Abgasanlage 2 zwischen dem Vorkatalysator 6 und dem Hauptkatalysator 7, stromabwärts des Vorkatalysators 6 und stromaufwärts des Hauptkatalysators 7, ist ein weiterer Sensor 9 zur Ermittlung der Konzentration von Schadstoffen im Abgas angeordnet. Ein weiterer Sensor 10 ist stromabwärts des Hauptkatalysators 7 in der Abgasanlage 2 angeordnet. Bei den Sensoren 8, 8', 9 und 10, die in der Figur 1 nur schematisch dargestellt sind, kann es sich um Mehrkomponenten-Sensoren handeln, die jeweils in der Lage sind, mehr als eine Schadstoffkomponente im Abgas zu sensorieren, oder um mehrere in der Zeichnung zur Vereinfachung zusammengefaßte Sensoren, die jeweils verschiedene Schadstoffkomponenten separat messen.

Bevorzugt werden optische Mehrkomponenten-Sensoren für die Sensoren 8, 8', 9 und/oder 10 eingesetzt, die mittels eines an sich bekannten spektrografischen Verfahrens die absolute Konzentration von Schadstoffkomponenten im Abgas bestimmen können. Derartige Sensoren arbeiten extrem schnell, mit Messzeiten \ll als 500 Mikrosekunden. Die kurzen Messzeiten ermöglichen Messintervalle von beispielsweise 200 Mikrosekunden. Ferner weisen derartige Sensoren eine ausreichend hohe physikalische und chemische Stabilität, insbesondere was die Parameter Temperatur, Verschmutzung und chemische Reaktionen im Abgas angeht, auf. Neben optischen Sensoren kommen jedoch auch elektro-chemische Sensoren, beispielsweise auf Zirkon-Dioxydbasis mit mehr als einer Sauerstoffpumpe, in Betracht. Vorzugsweise ermöglichen die eingesetzten Sensoren neben der Messung der Konzentration von Schadstoffkomponenten auch die Messung des Luft/Kraftstoffverhältnisses λ .

Zusätzlich zu den erwähnten Sensoren sind stromaufwärts des Vorkatalysators 6 und stromabwärts des Vorkatalysators 6 und stromaufwärts des Hauptkatalysators 7

Lambda-Sonden 11 bzw. 12 sowie zur Ermittlung der Betriebstemperatur der Katalysatoreinrichtungen Temperatursensoren 13, 13' vorgesehen. Zur Abgasrückführung weist die Brennkraftmaschine 1 eine Abgasrückführeinrichtung 14 mit einem steuerbaren Ventil 15 auf.

Das Motorsteuergerät 3 erfaßt in an sich bekannter Weise über nicht dargestellte weitere Sensoren Betriebsparameter der Verbrennungskraftmaschine 1, wie beispielsweise Drosselklappenstellung, Abgasrückführungsrate, Zündzeitpunkt, Einspritzzeitpunkt von Vor-/Haupt-Nacheinspritzungen, Einspritzdruck, Tumble-Klappenstellung, Ladedruck, Phasensteller der Nockenwelle, Drehzahl, Fahrpedalstellung, Last, Dampffahrgeschwindigkeit und dergleichen, und kann diese über (nicht dargestellte) Stellglieder gegebenenfalls beeinflussen, wobei zur Kommunikation zwischen dem Motorsteuergerät 3 und den Sensoren bzw. Stellgliedern ein Kabelsystem 14 oder dergleichen vorgesehen ist.

Insbesondere umfasst das Motorsteuergerät 3 eine Lambda-Regeleinrichtung zur Regelung der Sauerstoffkonzentration im Abgas bzw. des Lambda-Werts. Über den Lambda-Wert kann auf die Rohemission von Schadstoffkomponenten, insbesondere HC, CO und NOX Einfluss genommen werden.

Ferner hängt die Gesamtemission von Schadstoffen entscheidend vom Lambda-Wert ab, insbesondere, da die Konvertierungsfunktionen von Katalysatoreinrichtungen Lambda-Wert-abhängig sind. Ein NOX-Speicherkatalysator 7 wird üblicherweise in einem Speicherzyklus betrieben, der zumindest einen üblicherweise langsamen Absorptionsmodus und einen schnelleren Regenerationsmodus umfaßt. Die absorptive Speicherung erfolgt aber bei einem Lambda-Wert >1 , die Ausspeicherung zu einem späteren Zeitpunkt bei einem Lambda-Wert <1 oder $=1$. Derartige Speicherkatalysatoren werden daher vorwiegend bei mager-lauffähigen Motoren eingesetzt. Im Unterschied zu derartigen Speicherkatalysatoren werden 3-Wege-Katalysatoren möglichst bei genauer Einhaltung eines Lambda-Werts $=1$ betrieben. Sie werden dementsprechend überwiegend bei konventionellen Ottomotoren eingesetzt oder als Vorkatalysator während einer Warmlaufphase, bevor ein NOX-Speicherkatalysator die für die Speicherung von NOX notwendige Temperatur erreicht hat, bei mager-lauffähigen Ottomotoren. Da diese Brennkraftmaschinen immer mit einem Luftüberschuß, das heißt einem Lambda-Wert >1 betreibbar sind, können zur Verminderung der NOX-Emission

zwar NOX-Speicherkatalysatoren eingesetzt werden, jedoch sind zur Speicherentladung und zur NOX-Umsetzung bei einem Lambda-Wert <1 besondere Maßnahmen wie eine erhöhte Abgasrückführung oder die Einspritzung von Kraftstoff in die Abgasanlage erforderlich.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist sowohl bei konventionellen und mager-fähigen Otto-Motoren als auch bei Dieselmotoren zur Optimierung der Rohemission von Schadstoffkomponenten einsetzbar. Dazu wird vorzugsweise mit einem Sensor 8, 8', der stromaufwärts der Katalysatoreinrichtung 6 angeordnet ist, der Emissionswert von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases ermittelt. Vorzugsweise sind dieses CO, CH oder NOX-Komponenten. Das Motorsteuergerät 3 umfasst eine Kontrolleinrichtung, der das Signal der Sensoren 8, 8' zugeführt wird. Die gegebenenfalls auch als separates Bauteil ausgeführte Kontrolleinrichtung weist Mittel auf zum Vergleich der Emissionswerte einer ersten Schadstoffkomponente mit einem vorgegebenen maximalen Schwellwert. Die Kontrolleinrichtung weist ferner Mittel auf, um in Abhängigkeit von dem Vergleichswert ein Signal zu bilden, welches weiteren Komponenten des Motorsteuergeräts 3 zugeführt wird. Ferner wird der Emissionswert einer zweiten Schadstoffkomponente ermittelt und mit einem zugeordneten Maximalwert verglichen. Überschreitet der Emissionswert der ersten Schadstoffkomponente den maximalen Schwellwert, wird entsprechend dem zugeordneten Signal vom Motorsteuergerät 3 ein Betriebsparameter verändert, um den Emissionswert dieser Schadstoffkomponente abzusenkten. Dabei wird ebenfalls der Emissionswert der zweiten Schadstoffkomponente daraufhin überwacht, ob er unterhalb des Maximalwertes für diese Schadstoffkomponente bleibt. Die absenkende erste Schadstoffkomponente kann beispielsweise NOX und die zweite Schadstoffkomponente HC oder CO sein. Ebenso kann auch der kumulierte Wert der zwei Schadstoffkomponenten HC und CO verwendet werden. Eine solche Absenkung der NOX-Konzentration zu Lasten anderer Komponenten ist besonders vorteilhaft bei einem konventionellen Otto-Motor mit NOX-Problemen, beispielsweise für SULEV-Fahrzeuge (Super Ultra Low Emission Vehicle).

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann als absenkende Schadstoffkomponente CO und als zweite Schadstoffkomponente NOx und/oder HC gewählt werden. Dies ist insbesondere bei konventionellen Otto- und magerlauffähigen Otto-Motoren sowie bei Dieselmotoren mit CO-Problemen bevorzugt.

In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Emissionswert einer Schadstoffkomponente ermittelt und mit einem vorgegebenen minimalen Schwellwert verglichen. Sobald der minimale Schwellwert unterschritten wird, wird der Wert von mindestens einem Betriebsparameter zur Erhöhung des Emissionswerts dieser Schadstoffkomponente bis auf höchstens diesen Schwellwert verändert, wobei gleichzeitig eine Verminderung des Emissionswerts für eine zweite Schadstoffkomponente erreicht wird.

Erfindungsgemäß wird zur Veränderung der Emissionswerte der mindestens zwei Schadstoffkomponenten beispielsweise die Abgasrückführrate verändert. Eine Vergrößerung der Abgasrückführrate vermindert in an sich bekannter Weise die NOX-Rohemission einer Brennkraftmaschine. Andererseits führen zu hohe Abgasrückführraten zu erhöhten HC-Emissionswerten und bei Dieselmotoren zusätzlich zu verstärkter Rußbildung. Weitere bevorzugte Betriebsparameter sind Zündzeitpunkt sowie bei Brennkraftmaschinen mit Direkteinspritzung Einspritzzeitpunkt von Vor-, Haupt- und/oder Nacheinspritzungen sowie der Einspritzdruck des Kraftstoffs. Weitere die Schadstoffemission beeinflussende Betriebsparameter sind gegebenenfalls die Stellung einer Tumble-Klappe, der Wert eines Phasenstellers von Nockenwellen und/oder der Ladedruck bei Einsatz eines Aufladungsverfahrens.

Bei dem im vorangehenden beschriebenen Regelungsverfahren wird bevorzugt eine an sich bekannte Steuerung oder Regelung des Lambda-Werts des Abgases eingesetzt, insbesondere unter Heranziehung von Kennfeldern, die im Motorregelgerät 3 abgelegt sind. Als Steuergrößen können dabei beispielsweise die Stellung einer Drosselklappe oder die angesaugte Luftmenge verwendet werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung der Konvertierungsrate eines 3-Wege-Katalysators für CO- und HC-Emissionen in Abhängigkeit von der Katalysatortemperatur. Wie zu erkennen ist, überschreitet die Konvertierungsrate erst ab einer minimalen Temperatur, der sogenannten "light-off-Temperatur" eine Grenze von 50 %. Wie in der Figur 2 zu erkennen ist, ist die light-off-Temperatur des Katalysators für verschiedene Schadstoffkomponenten im allgemeinen unterschiedlich, woraus ein für die verschiedenen Schadstoffkomponenten unterschiedliches temperaturabhängiges

Emissionsspektrum stromabwärts des Katalysators resultiert. Erfindungsgemäß wird das Rohemissionsspektrum einer Brennkraftmaschine an die unterschiedliche Konvertierungsleistung einer nachgeschalteten Katalysatoreinrichtung bei verschiedenen Temperaturen angepaßt. Hierzu können sowohl die stromab einer Katalysatoreinrichtung gemessenen Schadstoffemissionswerte als auch in einem Datenspeicher abgelegte modellierte Werte verwendet werden. Bei dem in Figur 2 dargestellten Szenario ist die light-off-Temperatur für die Schadstoffkomponente CO geringer als die Schadstoffkomponente HC. In diesem Fall ist daher eine Anhebung der CO-Konzentration bei gleichzeitiger Absenkung der HC-Konzentration im Abgas eine effektive Möglichkeit zur Reduzierung der Gesamtemission von Schadstoffen. Entsprechend wird der maximale Schwellenwert bzw. der minimale Schwellenwert in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur der Katalysatoreinrichtung verändert.

Zur Verbesserung der stetigen Regelung des Lambda-Werts des Abgases werden erfindungsgemäß Emissionswerte des Abgases zur Kalibrierung einer geeigneten Lambda-Sonde, beispielsweise einer Breitband-Lambda-Sonde herangezogen. Derartige Sonden unterliegen beispielsweise Alterungsprozessen, Vergiftungen und Exemplarstreuungen, die sich verfälschend auf das Sondensignal auswirken. Das erfindungsgemäße Verfahren wird anhand des in Figur 3 dargestellten Regelungssystems 20 genauer erläutert. In Figur 3 bezeichnet 21 eine Brennkraftmaschine mit einer Abgasanlage 22 und einer zugeordneten Katalysatoreinrichtung 23. Eine Breitband-Lambda-Sonde 24 ist stromaufwärts der Katalysatoreinrichtung 23 angeordnet. Ferner sind Mehrkomponenten-Sensoren 25, 25' stromaufwärts bzw. stromabwärts der Katalysatoreinrichtung 23 angeordnet. Die Breitband-Lambda-Sonde 24 kann auch stromabwärts der Katalysatoreinrichtung 23 angeordnet sein. Die Signale der Breitband-Lambda-Sonde 24 werden einer Kalibriereinrichtung 26 zugeführt. Ferner erhält die Kalibriereinrichtung 26 Signale der Mehrkomponenten-Sensoren 25 und/oder 25' zur Auswertung. Da die Konzentration von Schadstoffkomponenten im Abgas eine charakteristische Lambda-Abhängigkeit aufweist, die beispielsweise in Kennfeldern abgelegt werden kann, kann ein Korrekturwert zur Kalibrierung der Breitband-Lambda-Sonde 24 bestimmt werden. Hierzu werden die von den Sensoren 25, 25' ermittelten Emissionswerte mit entsprechenden Lambda-Werten, welche von der Breitband-Lambda-Sonde 24 geliefert werden, ausgewertet und aus dem Auswertungsergebnis ein Korrektursignal 27 ermittelt.

Da das Konvertierungsverhalten der Katalysatoreinrichtung 23 im allgemeinen temperaturabhängig ist, ist es zweckmäßig, die Emissionswerte des stromabwärts angeordneten Mehrkomponenten-Sensors 25 in Abhängigkeit von der Temperatur der Katalysatoreinrichtung 23 auszuwerten. Hierzu ist ein Temperatursensor 27, der möglichst nahe der Katalysatoreinrichtung 23 angeordnet sein kann, oder eine Temperaturmodellierung vorgesehen, dessen Signale der Kallibriereinrichtung 26 zugeführt werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass stromabwärts der Katalysatoreinrichtung 23 ermittelte Emissionswerte von der Kallibriereinrichtung 26 nur ausgewertet werden, wenn die Katalysatoreinrichtung 23 eine Temperatur innerhalb eines bevorzugten Temperaturfensters aufweist, insbesondere oberhalb einer light-off-Temperatur. Vorzugsweise liegt das Temperaturfenster in einem Temperaturbereich zwischen 200 und 400 Grad Celsius.

Bevorzugt ist eine Kallibrierung der Breitband-Lambda-Sonde 24 im Bereich eines Lambda-Werts ≈ 1 . In dem Bereich um $\Lambda = 1$ herum ist, beispielsweise bei einem 3-Wege-Katalysator, das Konvertierungsverhalten der Katalysatoreinrichtung 23 zumindest oberhalb der light-off-Temperatur bekannt und kann beispielsweise als Kennfeld in der Kallibriereinrichtung 26 abgelegt sein. Die mittels des Sensors 25 gemessenen Emissionswerte stromabwärts der Katalysatoreinrichtung 23 können beispielsweise erhöhte NOX-Werte aufweisen, die auf einen Lambda-Wert >1 hinweisen, oder es können erhöhte HC/CO- oder NH₃-Werte gemessen werden, die auf einen Lambda-Wert <1 hinweisen.

Da die Emissionswerte des Abgases einer Brennkraftmaschine insbesondere auch von den Einzelheiten des Verbrennungsprozesses abhängig sind, werden erfindungsgemäß die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases zur Diagnose des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine herangezogen. Hierbei werden die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten ermittelt und mit beispielsweise in einem Speicher des Motorsteuergärts 3 abgelegten Sollwerten verglichen. Das Vergleichsergebnis wird zur Bildung eines für den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakteristischen Zustandssignals herangezogen und es wird in Abhängigkeit von dem Wert des Zustandssignals ein Lambda-Wert des Abgases verändert. Dabei bezieht sich die Diagnose bevorzugt auf das Zündverhalten der

Brennkraftmaschine, insbesondere, um verschleppte Verbrennungen und/oder Zündaussetzer zu identifizieren.

Wie in der Figur 4 schematisch dargestellt, zeigen sich Zündaussetzer oder verschleppte Verbrennungen beispielsweise in erhöhten HC-Emissionswerten der Brennkraftmaschine. Dabei weist ein Zündaussetzer eine charakteristische andere Peakhöhe sowie eine andere Hüllkurve der gegen die Zeit aufgetragenen Emissionswerte auf, als eine verschleppte oder unvollständige Verbrennung. Während bei einem derartigen Zündverhalten der Brennkraftmaschine die HC-Emissionswerte ansteigen, können sich die NOX- oder CO-Emissionswerte unterschiedlich verhalten, insbesondere können bei nicht erfolgter Zündung oder verschleppter Verbrennung kurzfristige niedrigere NOX- bzw. CO-Werte auftreten.

Entsprechend einem weiteren Aspekt der Erfindung werden in Abhängigkeit von dem Vergleichswert Betriebsparameter, beispielsweise die Abgasrückführrate verändert, um den Emissionswert bestimmter Schadstoffkomponenten abzusenken oder zu erhöhen. Dabei wird erfindungsgemäß der erforderliche Wert der Veränderung dieses Betriebsparameters ausgewertet und zur Bildung des den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakterisierenden Zustandssignals herangezogen. Alternativ oder zusätzlich wird die Veränderung des Emissionswerts einer weiteren Schadstoffkomponente in Abhängigkeit von dem Betriebsparameter erfaßt und bei der Bildung des Zustandssignals berücksichtigt. Verbrennungsprobleme, insbesondere Fehlzündungen und/oder verschleppte oder unvollständige Verbrennungen des Kraftstoffes treten bevorzugt in der Magerphase bei mager-lauffähigen Brennkraftmaschinen auf. In diesem Fall wird erfindungsgemäß der Lambda-Wert in Richtung auf ein fetteres Gemisch erniedrigt.

Da das Verbrennungsverhalten der Brennkraftmaschine sich auf die Drehzahl der Brennkraftmaschine auswirkt, kann gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung zusätzlich die Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt und ausgewertet werden. Insbesondere werden die Schwankungen der Drehzahl der Brennkraftmaschine innerhalb eines vorgegebenen Zeitintervalls ermittelt und bei der Diagnose berücksichtigt. Eine für einzelne Zylinder oder zumindest Zylinderbänke selektive Diagnose kann erfolgen, wenn die Rohemissionswerte in den einer Zylinderbank jeweils

zugeordneten separaten Abgaskrümmern, wie in Figur 1 dargestellt wird, von separaten Sensoren 8 ermittelt werden.

Das Zustandssignal kann über eine Anzeige dargestellt werden, um ein manuelles Eingreifen eines Fahrzeugführers zu ermöglichen. Optional ist ebenfalls eine Speicherung des Wertes des Zustandssignals vorgesehen, so dass gegebenenfalls bei Service-Arbeiten oder Reparaturmaßnahmen eine Auswertung des Werts des Zustandssignals erfolgen kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren werden bevorzugt Sensoren für die Schadstoffkomponenten CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ sowie weitere HC-Komponenten verwendet, die getrennt voneinander gleichzeitig detektierbar sind. Die Messung kann dabei kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen.

Die spezifische Funktionsweise der Sensoren ist für die vorstehend beschriebene Erfindung ohne Belang. Jedoch werden bevorzugt optische, insbesondere Infrarot-Sensoren eingesetzt. Diese ermöglichen sehr kurze Messzeiten, beispielsweise von weniger als 500 Mikrosekunden und Messintervalle von beispielsweise weniger als 200 Mikrosekunden und eine entsprechend schnelle und präzise Auswertung der jeweiligen Emissionswerte.

Insgesamt wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren eine Möglichkeit geschaffen, das Emissionsverhalten einer Brennkraftmaschine mit geringem zusätzlichen Aufwand beträchtlich zu verbessern. Besonders vorteilhaft ist, dass das Verfahren bei den verschiedensten Arten von Brennkraftmaschinen, konventionellen oder magerlauffähigen Otto-Motoren, Dieselmotoren oder dergleichen und in Kombination mit verschiedenen Katalysatoreinrichtungen und Strategien zur Verminderung der Abgasemissionswerte einsetzbar ist.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines insbesondere magerlauffähigen Ottomotors oder einer Dieselmotorkraftmaschine, bei dem mindestens ein Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Emissionswerten des Abgases zur Beeinflussung der Emissionswerte verändert wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, wie CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ und/oder weitere HC-Komponenten, ermittelt und, wenn der Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten, einen vorgegebenen maximalen Schwellwert überschreitet, der Wert von mindestens einem Betriebsparameter, beispielsweise eine Drosselklappenstellung, einer Abgasrückführrate, ein Zündzeitpunkt, eine Tumble - Klappenstellung, ein Einspritzzeitpunkt, ein Ladedruck, und/oder eine Phasenstellung der Nockenwelle oder dergleichen, zur Absenkung des Emissionswertes der ersten Schadstoffkomponente verändert wird, wobei zumindest für die zweite der mindestens zwei Schadstoffkomponenten eine Erhöhung des Emissionswertes bis zu einem Maximalwert zugelassen wird.
2. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines insbesondere magerlauffähigen Ottomotors oder einer Dieselmotorkraftmaschine, bei dem mindestens ein Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Emissionswerten des Abgases zur Beeinflussung der Emissionswerte verändert wird **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, wie CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ und/oder weitere HC-Komponenten, ermittelt werden und, wenn der Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten einen vorgegebenen minimalen Schwellwert unterschreitet, der Wert von mindestens einem Betriebsparameter, beispielsweise einer Drosselklappenstellung, einer Abgasrückführrate, ein Zündzeitpunkt, eine Tumble-Klappenstellung, ein Einspritzzeitpunkt, ein Ladedruck, und/oder eine Phasenstellung der Nockenwelle oder dergleichen, zur Erhöhung des Emissionswertes dieser Schadstoffkomponente

bis auf höchstens diesen Schwellwert zur Verminderung des Emissionswertes zumindest für die zweite der mindestens zwei Schadstoffkomponenten verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emission eine Rohemission ist.
4. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erste Schadstoffkomponente Kohlenwasserstoff und als zweite Schadstoffkomponente Stickoxyd und/oder Kohlenmonoxyd gewählt wird.
5. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erste Schadstoffkomponente Stickoxyd und als zweite Schadstoffkomponente Kohlenmonoxyd und/oder Kohlenwasserstoff gewählt wird.
6. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als erste Schadstoffkomponente Kohlenmonoxyd und als zweite Schadstoffkomponente Stickoxyd und/oder Kohlenwasserstoff gewählt wird.
7. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der maximale Schwellwert, der minimale Schwellwert der ersten Schadstoffkomponente und/oder der Maximalwert der zweiten Schadstoffkomponente in Abhängigkeit vom Betriebspunkt der Brennkraftmaschine, insbesondere von der Last, der Drehzahl und/oder der Betriebstemperatur gewählt wird.
8. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage der Brennkraftmaschine eine Katalysatoreinrichtung vorgesehen ist, und der maximale- und/oder minimale Schwellwert der ersten Schadstoffkomponente in Abhängigkeit von der Funktion, insbesondere der Betriebstemperatur der Katalysatoreinrichtung gewählt wird.
9. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit zumindest einer in der Abgasanlage angeordneten Lambda-Sonde, insbesondere einer Breitband - Lambda -Sonde, zur stetigen Regelung des Lambda-Wertes des Abgases, **dadurch**

gekennzeichnet, dass zur Kalibrierung der Lambda-Sonde die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, insbesondere Stickoxyd, Kohlenwasserstoff und/oder Kohlenmonoxyd herangezogen werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Abgasanlage eine Katalysatoreinrichtung vorgesehen ist und die Kalibrierung der gegebenenfalls stromabwärts der Katalysatoreinrichtung angeordneten Lambda - Sonde in Abhängigkeit vom Betriebszustand der Katalysatoreinrichtung erfolgt, insbesondere nur dann vorgenommen wird, wenn die Katalysatoreinrichtung eine Betriebstemperatur in einem vorgegebenen Fenster aufweist.
11. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 9 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Luft/Kraftstoff-Verhältnis Lambda durch das Signal einer Lambda-Sonde auf einem Soll-Lambda-Wert = 1 vorgeregelt wird und bei Auftreten eines Stickoxyd - Durchbruchs auf einen tatsächlichen Lambda-Wert >1 und bei Auftreten eines Kohlenwasserstoff- und/ oder Kohlenmonoxyd-Durchbruchs auf einen tatsächlichen Lambda-Wert < 1 des Abgases geschlossen und dass das Luft/Kraftstoff-Verhältnis Lambda so weit in Richtung fett bzw. verschoben wird, bis ein Stickoxyd-Durchbruch und zeitgleich ein Kohlenwasserstoff-und/oder Kohlenmonoxyd-Durchbruch ein Minimum erreichen.
12. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem die Schadstoffemission der Brennkraftmaschine zur Diagnose des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine herangezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases ermittelt, mit vorgegebenen Sollwerten verglichen und das Vergleichsergebnis zur Bildung eines für den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakteristischen Zustandssignals herangezogen wird.
13. Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem die Schadstoffemission der Brennkraftmaschine zur Diagnose des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine herangezogen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases ermittelt, mit vorgegebenen Sollwerten verglichen und in Abhängigkeit von dem Vergleichswert der Wert von mindestens einem Betriebsparameter verändert wird,

um den Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten abzusenken oder zu erhöhen und dass der erforderliche Wert der Veränderung des mindestens einen Betriebsparameters und/oder einer Veränderung des Emissionswertes eines zweiten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten zur Bildung eines für den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakteristischen Zustandssignals herangezogen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Diagnose sich auf das Zündverhalten der Brennkraftmaschine, insbesondere auf das Auftreten von Fehlzündungen, beispielsweise von verschleppten Verbrennungen und/oder Zündaussetzern bezieht.
15. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehzahl und/oder Veränderungen der Drehzahl der Brennkraftmaschine ermittelt und zusätzlich zur Diagnose herangezogen werden.
16. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peakhöhe und/oder die Hüllkurvenform der Emissionswerte der zumindest zwei Schadstoffkomponenten bei der Diagnose ausgewertet werden.
17. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Emissionswerte Rohemissionswerte sind.
18. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer Brennkraftmaschine mit mehr als einer Zylinderbank und zugeordneten Abgaskrümmern die Diagnose für die einzelnen Zylinderbänke bzw. Abgaskrümmern separat durchgeführt wird.
19. Verfahren nach zumindest einem der Ansprüche 12 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass in Abhängigkeit vom Wert des Zustandssignals eine Anzeige und/oder eine Speicherung des Werts des Zustandssignals erfolgt.
20. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Katalysatoreinrichtung zumindest ein 3-Wege-

Katalysator, ein Oxydationskatalysator oder ein NOX-Speicherkatalysator vorgesehen ist.

21. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbrennungskraftmaschine eine Abgasanlage mit mehreren Abgaspfaden aufweist.
22. Verfahren nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die jedem Abgaspfad zugeordneten Emissionswerte separat ermittelt werden.
23. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kumulierten Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten ermittelt werden.
24. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Emissionswerte der mindestens zwei Schadstoffkomponenten mindestens ein elektrochemischer Sensor verwendet wird.
25. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Emissionswerte der mindestens zwei Schadstoffkomponenten mindestens ein optischer, vorzugsweise nach dem Prinzip der Reflexionsspektroskopie, besonders bevorzugt im infraroten Lichtbereich arbeitender Sensor verwendet wird.
26. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Ermittlung der Emissionswerte der mindestens zwei Schadstoffkomponenten mindestens ein Sensor mit einer Messzeit < 500 Mikrosekunden und/oder Messintervallen < 200 Mikrosekunden eingesetzt wird.
27. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Sensor sowohl zur Ermittlung von Emissionswerten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten als auch des Lambda-Wertes des Abgases eingesetzt wird.

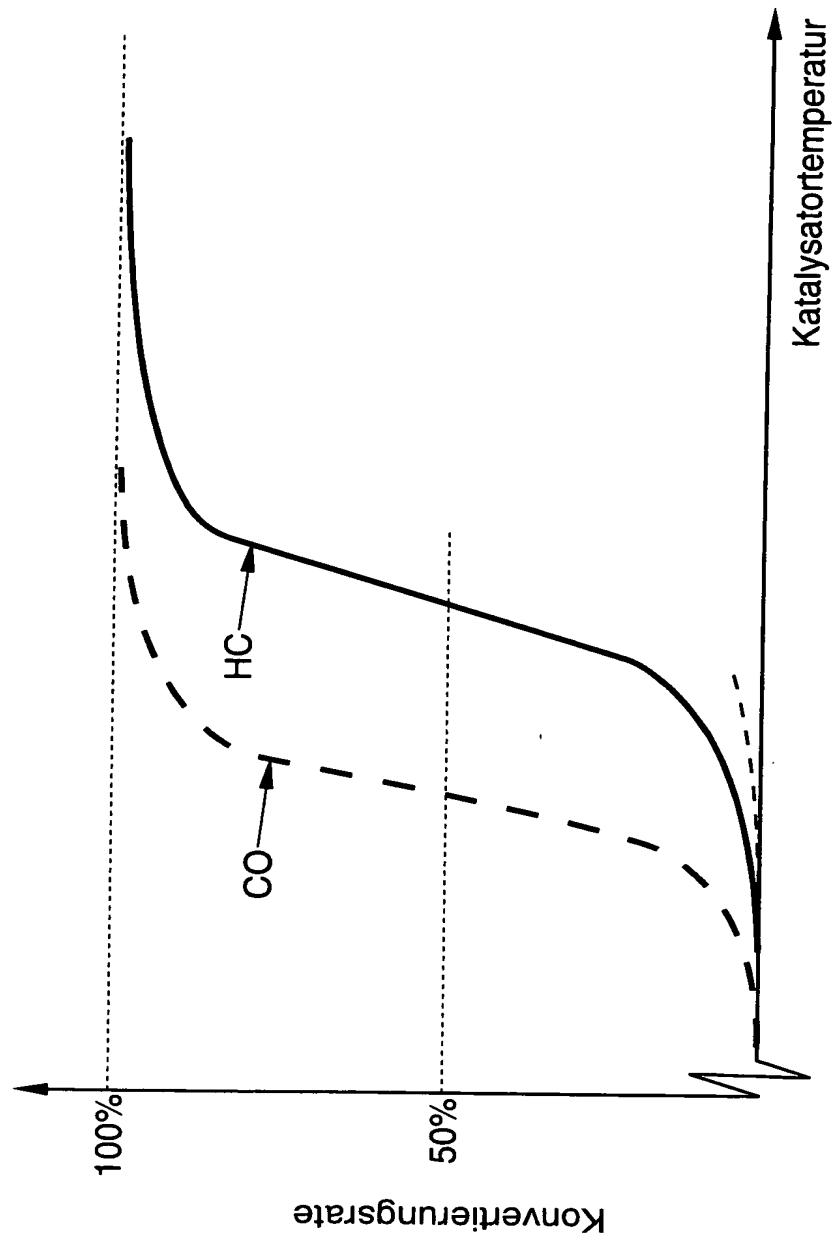


FIG. 2

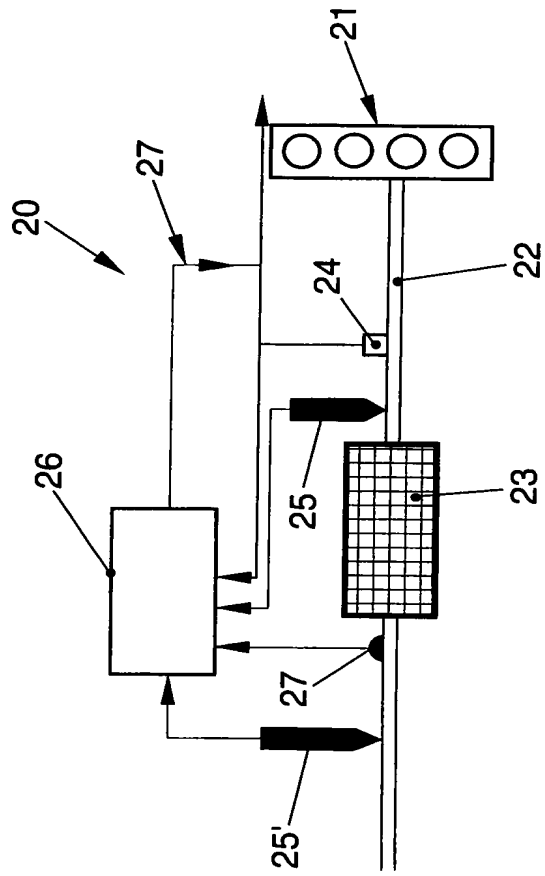


FIG. 3

4/4

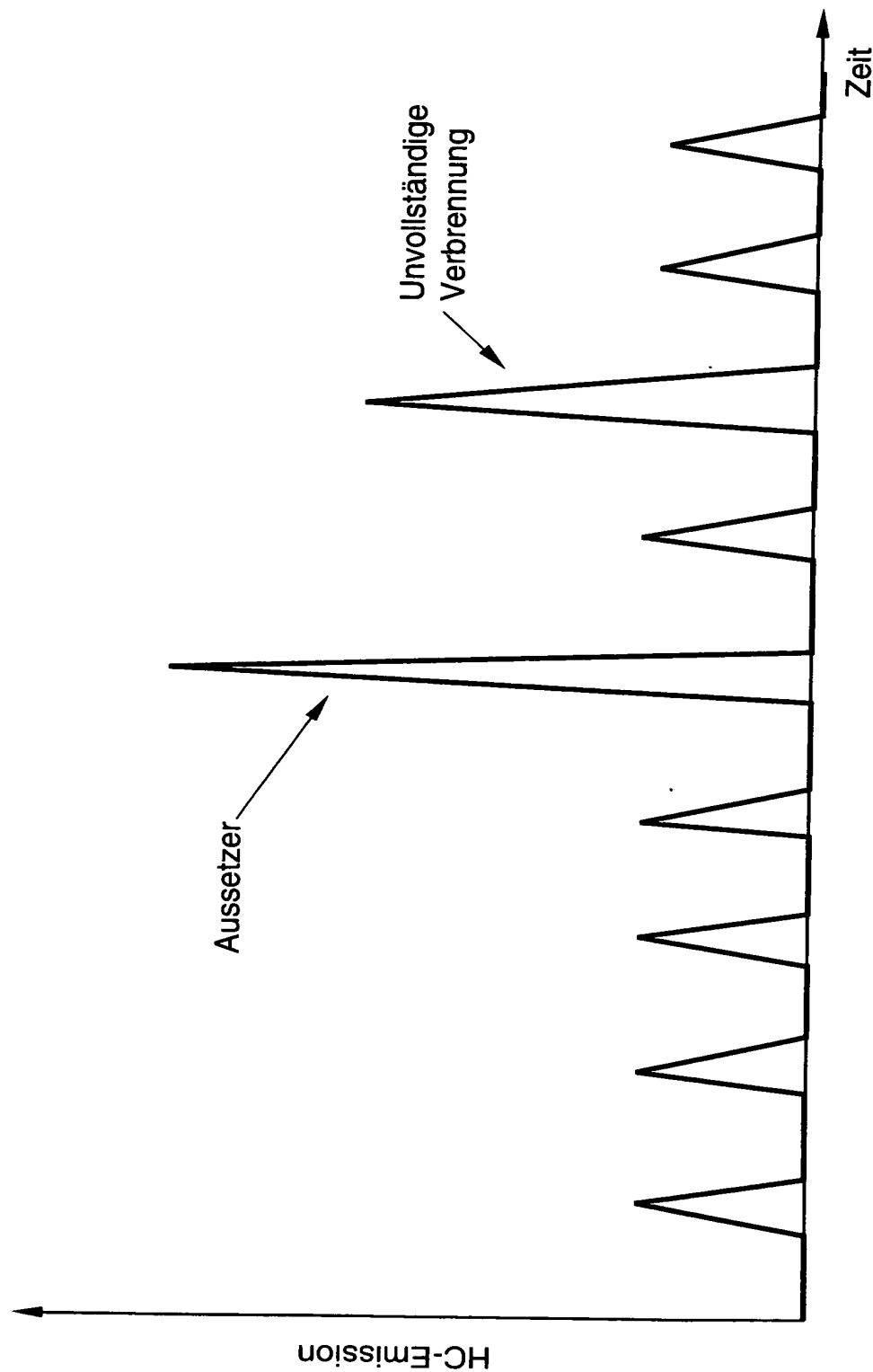


FIG. 4

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zum Betrieb von Brennkraftmaschinen

Bei dem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines insbesondere magerlauffähigen Ottomotors oder einer Dieselmotorkraftmaschine, bei dem mindestens ein Betriebsparameter der Brennkraftmaschine in Abhängigkeit von Emissionswerten des Abgases zur Beeinflussung der Emissionswerte verändert wird, ist vorgesehen, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, wie CO, NO, NO₂, NH₃, SO₂, H₂S, CH₄ und/oder weitere HC-Komponenten, ermittelt und, wenn der Emissionswert einer ersten der mindestens zwei Schadstoffkomponenten, einen vorgegebenen maximalen Schwellwert überschreitet, der Wert von mindestens einem Betriebsparameter, beispielsweise eine Drosselklappenstellung, einer Abgasrückführrate, ein Zündzeitpunkt, eine Tumble - Klappenstellung, ein Einspritzzeitpunkt, ein Ladedruck, und/oder eine Phasenstellung der Nockenwelle oder dergleichen, zur Absenkung des Emissionswertes der ersten Schadstoffkomponente verändert wird, wobei zumindest für die zweite der mindestens zwei Schadstoffkomponenten eine Erhöhung des Emissionswertes bis zu einem Maximalwert zugelassen wird.

Es wird ferner bei einem Verfahren zum Betrieb einer Brennkraftmaschine mit zumindest einer in der Abgasanlage angeordneten Lambda-Sonde, insbesondere einer Breitband - Lambda -Sonde, zur stetigen Regelung des Lambda-Wertes des Abgases, vorgeschlagen, dass zur Kalibrierung der Lambda-Sonde die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases, insbesondere Stickoxyd, Kohlenwasserstoff und/oder Kohlenmonoxyd herangezogen werden.

Bei einem weiteren Verfahren wird zum Betrieb einer Brennkraftmaschine, bei dem die Schadstoffemission der Brennkraftmaschine zur Diagnose des Betriebszustandes der Brennkraftmaschine herangezogen wird, vorgeschlagen, dass die Emissionswerte von mindestens zwei Schadstoffkomponenten des Abgases ermittelt und mit vorgegebenen Sollwerten verglichen werden und dass das Vergleichsergebnis zur Bildung eines für den Betriebszustand der Brennkraftmaschine charakteristischen Zustandssignals herangezogen wird.

(Fig.1)

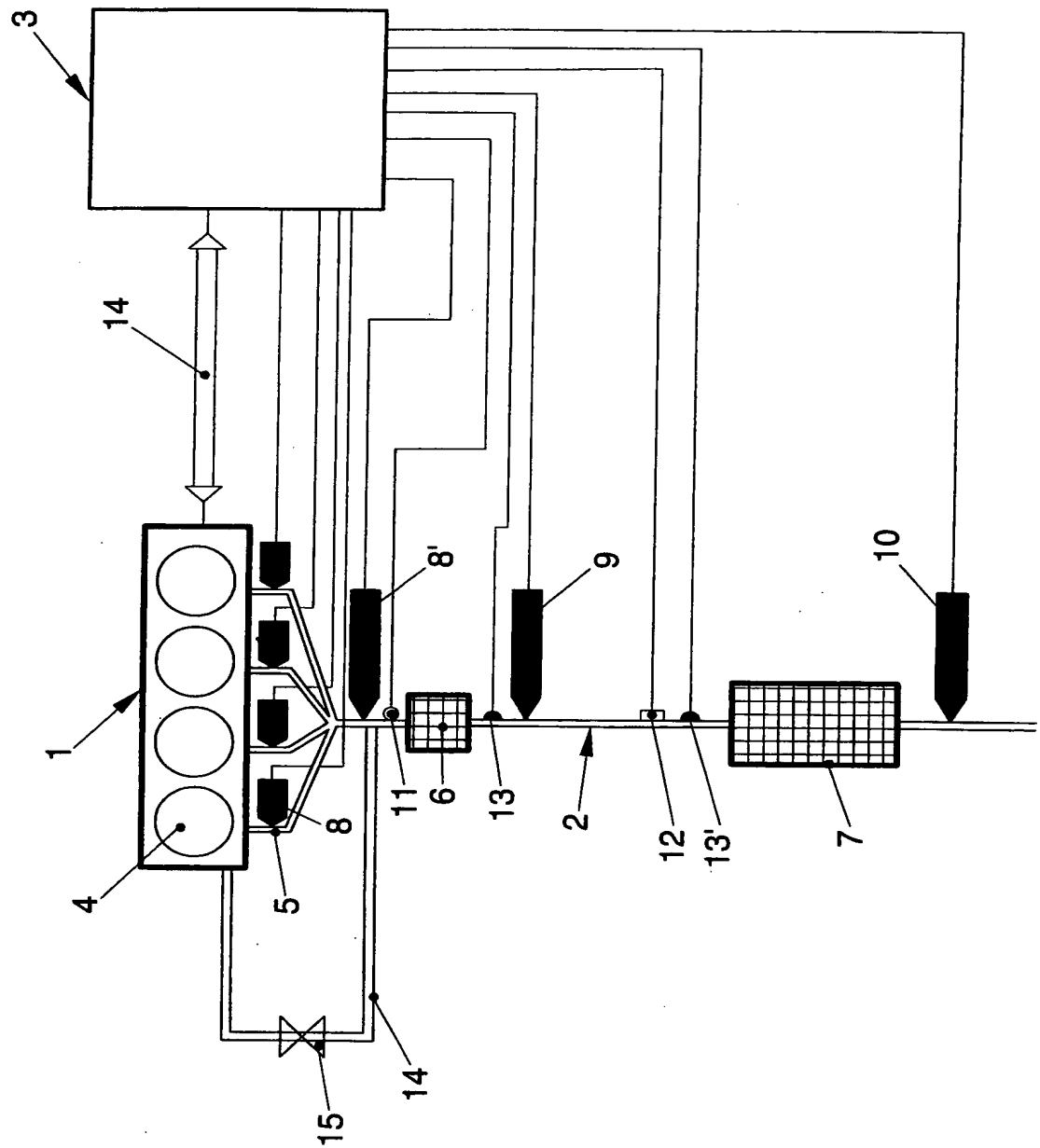


FIG. 1